

11/2013

## NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 763. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, održanoj 11. juna 2013. godine, imenovani smo u Komisiju za pregled i ocenu magistarske teze **Biljane Pravice**, dipl. inž. elektrotehnike, pod nazivom "**Analiza performansi višekanalnih ARQ protokola**". Posle analize dostavljenog materijala Nastavno-naučnom veću podnosimo sledeći

### I Z V E Š T A J

#### 1. Biografski podaci o kandidatu

Biljana Pravica je rođena 1962. godine u Gornjem Milanovcu, gde je završila osnovnu i srednju školu (matematičko-tehnički smer). Diplomirala je 1989. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, odsek - Elektronika, smer - Tehnika komunikacija. Na postdiplomske studije, smer - Digitalni prenos informacija, upisala se 1989. godine i položila je sve predmete predviđene nastavnim planom, sa prosečnom ocenom 9,00. U periodu od 1989-1998. godine bila je zaposlena u preduzeću "EI PUPIN GTE" u Beogradu, u sektoru za elektrorazvoj, na poslovima iz oblasti softverskog inženjerstva, prenosa podataka i projektovanja digitalnih komutacionih sistema. Od 1998. godine je zaposlena u Gradskoj upravi Grada Beograda, gde je trenutno u zvanju samostalnog stručnog saradnika na poslovima pregleda tehničke dokumentacije u oblasti telekomunikacija, kao i izdavanja lokacijskih i građevinskih dozvola za sve vrste telekomunikacionih objekata koje su u nadležnosti grada Beograda. Biljana Pravica poseduje licencu odgovornog projektanta telekomunikacionih mreža i sistema.

#### 2. Osnovni podaci o radu

Magistarska teza kandidata Biljane Pravice napisana je na 100 stranica i organizovana na sledeći način. Na početku su dati rezimeji na srpskom i engleskom jeziku, sadržaj, spisak slika (27), spisak tabela (9) i spisak skraćenica. Teza sadrži sedam poglavlja, spisak literature (29 referenci) i dva priloga.

#### 3. Analiza rada

ARQ (*Automatic Repeat reQuest*) je metod korekcije grešaka nastalih u prenosu podataka, koji se zasniva na principu vremenski kontrolisanog potvrđivanja prijema jedinica podataka protokola. U zavisnosti od načina potvrđivanja prijema podataka, osnovne varijante ARQ protokola su: "stani i čekaj" (*Stop and Wait*, SW), "vрати se unazad za N" (*Go Back N*, GBN) i "selektivno ponavljanje" (*Selective Repeat*, SR). U ovoj tezi su razmatrane osnovne varijante višekanalnih ARQ protokola na sloju linka za podatke, u kojima se podaci od predajnika do prijemnika istovremeno prenose preko više paralelnih komunikacionih kanala. Cilj istraživanja je uporedna analiza performansi SW, GBN i SR protokola, pri ispravnom radu svih komunikacionih kanala, kao i pri otkazu jednog ili više kanala sa određenom verovatnoćom. Analizirane performanse su iskorišćenje kanala (efikasnost prenosa) i kašnjenje u prenosu podataka, a u slučaju otkaza jednog ili više kanala, analizirana je i pouzdanost sistema.

U nastavku je izložena analiza rada po poglavljima.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su prikazani predmet i cilj istraživanja, kao i sažet pregled stanja istraživanja u oblasti.

U drugom poglavlju su prikazane karakteristike i teorijska analiza performansi osnovnih varijanti jednokanalnih ARQ protokola.

U trećem poglavlju su opisani višekanalni ARQ protokoli. Razmotrene su prednosti višekanalnih u odnosu na jednokanalne protokole, kao i uticaj definisanog pravila dodeljivanja okvira različitim kanalima na performanse protokola.

Četvrto poglavlje sadrži teorijsku analizu performansi osnovnih varijanti višekanalnih ARQ protokola (SW, GBN i SR) u aspektima iskorišćenja kanala i kašnjenja u prenosu podataka, u slučajevima: (a) nezavisnog rada kanala, kada se okviri podataka trajno dodeljuju pojedinim kanalima i (b) zajedničkog rada kanala, kada se okviri podataka dodeljuju pojedinim kanalima na osnovu rednog broja okvira i verovatnoće greške kanala.

U petom poglavlju su opisani programska struktura i način korišćenja namenskog simulatora, razvijenog na programskom jeziku Java, za potrebe sprovedenog istraživanja.

U šestom poglavlju su predstavljeni rezultati opsežnih simulacija izvedenih varijacijom skupa ulaznih parametara koji obuhvata: tip protokola, režim rada, broj kanala, najveći broj nepotvrđenih okvira i verovatnoću otkaza kanala. Dobijeni rezultati su prvo upoređeni sa rezultatima teorijske analize, a zatim je prikazana detaljna analiza performansi u slučaju otkaza jednog ili više kanala.

Sedmo poglavlje obuhvata zaključna razmatranja.

Prilog 1 sadrži tabelarni prikaz svih rezultata simulacije, a Prilog 2 sadrži izvorni program simulatora.

#### 4. Zaključak i predlog

Prednosti višekanalnih ARQ protokola u odnosu na jednokanalne su višestruke – povećanje pouzdanosti sistema, efikasnija sinhronizacija i mogućnost postepenog proširenja sistema. Performanse ovih protokola nisu široko razmatrane u literaturi, a problematika je poslednjih godina aktuelizovana, prvenstveno zbog pogodnosti primene višekanalnih ARQ protokola u heterogenim bežičnim mrežama.

Najvažniji doprinosi magistarske teze kandidata Biljane Pravice su sledeći:

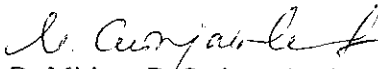
- Izvršena je detaljna teorijska analiza performansi osnovnih varijanti višekanalnih ARQ protokola (SW, GBN i SR) u aspektima iskorišćenja kanala i kašnjenja u prenosu podataka, u slučajevima nezavisnog i zajedničkog rada komunikacionih kanala.
- Razvijen je namenski simulator za analizu performansi osnovnih višekanalnih ARQ protokola, metodama objektno-orijentisanog projektovanja, na programskom jeziku Java. Simulator se sastoji od dve aplikacije (predajnik i prijemnik), a za prikaz istovremenog rada više paralelnih kanala korišćeno je višenitno programiranje.
- Simulacijama su prvo potvrđeni rezultati teorijske analize, a zatim su dodatno ispitane performanse protokola u slučaju otkaza jednog ili više kanala sa određenom verovatnoćom. Slede najvažniji zaključci sprovedenog istraživanja, koji ukazuju na značaj pravilnog izbora ARQ protokola pri projektovanju i implementaciji konkretne mreže: (1) Višekanalni GBN protokol pokazuje značajno bolje performanse od jednokanalnog, u režimima nezavisnog i zajedničkog rada kanala, pri regularnom radu svih kanala, kao i u uslovima otkaza. (2) Višekanalni SW protokol pokazuje bolje performanse od jednokanalnog u pogledu iskorišćenja kanala. U režimu zajedničkog rada kanala, u uslovima otkaza jednog ili više kanala, značajno se smanjuje iskorišćenje kanala, ali se smanjuje i kašnjenje. (3) U višekanalnom sistemu sa SR protokolom postiže se približno isto iskorišćenje kanala kao u jednokanalnom sistemu, na račun znatno povećanog kašnjenja.

Rezultati istraživanja verifikovani su radom objavljenim na konferenciji nacionalnog značaja.

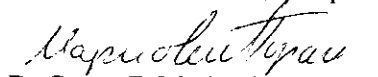
Na osnovu izloženog Komisija zaključuje da rad **Biljane Pravice**, dipl. inž. pod nazivom "**Analiza performansi višekanalnih ARQ protokola**" ima sve potrebne elemente i ispunjava propisane uslove o magistarskoj tezi i predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati pozitivnu ocenu magistarske teze i da kandidatu odobri njenu javnu usmenu odbranu.

Beograd, 01.07.2013. godine

Komisija:

  
Dr Mirjana D. Stojanović, doc.

  
Dr Miroslav L. Dukić, red. prof.

  
Dr Goran Z. Marković, vanr. prof.  
Saobraćajni fakultet u Beogradu